

10/575515
IAP9 Rec'd PCT/PTO 13 APR 2006

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Überwachen eines Impulsladevents einer Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Überwachen eines Impulsladevents einer Brennkraftmaschine, wobei das Impulsladeventil in einem Saugrohr angeordnet ist.

Aus der DE 102 00 533 A1 ist eine Brennkraftmaschine bekannt. Sie hat einen Sammler, von dem ein Saugrohr hin zu einem Einlass eines Zylinders der Brennkraftmaschine geführt ist. Ein Gaseinlassventil ist an dem Einlass des Zylinders angeordnet. Ein Impulsladeventil ist stromaufwärts des Gaseinlassventils in dem Saugrohr angeordnet. Abhängig von der Schaltstellung des Impulsladevents gibt es das Saugrohr frei oder verschließt es. Ferner ist ein Einspritzventil vorgesehen, welches den Kraftstoff zumisst.

Die schnell schaltenden Impulsladeventile, die jedem Zylinder zugeordnet sind, werden während des ersten Abschnitts der Ansaugsequenz geschlossen, so dass sich ein hoher Unterdruck aufbauen kann. Nach zirka der Hälfte der Ansaugsequenz wird das Impulsladeventil - der schnell schaltende Querschnittschalter - schlagartig geöffnet, so dass der während des ersten Abschnitts der Ansaugsequenz erzeugte Unterdruck im Zylinder eine sehr hohe Einströmgeschwindigkeit des angesaugten Luft/Kraftstoff-Gemisches erzeugt. Die sehr schnell in den Brennraum des Zylinders der Brennkraftmaschine einströmende Einlassluftsäule führt in dem Bereich kleinerer und mittlerer Drehzahlen der Brennkraftmaschine zu deutlichen Aufladeeffekten aufgrund der besseren Füllungscharakteristik des jeweiligen Brennraums.

Ein Defekt des Impulsladevents kann dazu führen, dass die tatsächlich während eines Ansaughubs eines Zylinders angesaugte Luftmasse geringer ist als bei ordnungsgemäß funktionierendem Ventil.

nierendem Impulsladeventil. Dies führt dann zu einer Veränderung des tatsächlichen Luft/Kraftstoff-Gemisches in dem Zylinder der Brennkraftmaschine, was dann gegebenenfalls eine Verschlechterung des Verbrennungsprozesses und erhöhte Schadstoffemissionen zur Folge haben kann.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Überwachen eines Impulsladeventils in einer Brennkraftmaschine zu schaffen, das bzw. die einfach und zuverlässig ist.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

15 Die Erfindung zeichnet sich aus durch ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zum Überwachen eines Impulsladeventils in einer Brennkraftmaschine mit einem Sammler, von dem ein Saugrohr hin zu einem Einlass eines Zylinders der Brennkraftmaschine geführt ist. Die Brennkraftmaschine hat ferner ein Gaseinlassventil, das an dem Einlass des Zylinders angeordnet ist. Das Impulsladeventil ist stromaufwärts des Gaseinlassventils in dem Saugrohr angeordnet und gibt abhängig von seiner Schaltstellung das Saugrohr frei oder verschließt es. Ein Drucksensor ist in dem Ansaugtrakt angeordnet und erfassst einen Saugrohrdruck.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass der Verlauf des von dem Drucksensor erfassten Saugrohrdrucks charakteristisch ist für einen möglichen Fehler des Impulsladeventils.

Die Erfindung nutzt diese Erkenntnis, indem der Verlauf des erfassten Saugrohrdrucks mit dem eines Referenz-Saugrohrdrucks verglichen wird, der charakteristisch ist für einen vorgegebenen Betriebszustand des Impulsladeventils. Abhängig von dem Vergleich wird auf einen Fehler des Impulsladeventils erkannt.

Es ist somit zum Überwachen des Impulsladeventils kein zusätzlicher Sensor notwendig, da ein Drucksensor in dem Ansaugtrakt sehr häufig ohnehin für andere Zwecke vorhanden 5 ist. Das Überwachen ist somit ohne wesentliche zusätzliche Kosten möglich.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Betriebszustand des Impulsladeventils das Hängen des Impulsladeventils in seiner Offenstellung, das Hängen des Impulsladeventils in seiner Schließstellung und/oder in freischwingender Mittelstellung. Diese Betriebszustände treten im Fehlerfall des Impulsladeventils auf und verursachen dann unerwünschte Schadstoffemissionen. 10

15 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der Verlauf des erfassten Saugrohrdrucks mit dem eines Referenz-Saugrohrdrucks jeweils über ein Zylindersegment der Brennkraftmaschine verglichen. Dies ermöglicht auf einfache Weise eine direkte Zuordnung eines erkannten Fehlers zu einem bestimmten Zylinder der Brennkraftmaschine mit der Folge, dass von der Steuerung der Brennkraftmaschine gezielt für diesen Zylinder entsprechende Maßnahmen zur Reduktion der Schadstoffemissionen ergriffen werden können. 20

25 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung erfolgt der Vergleich anhand der Frequenzspektren des Verlaufs des erfassten Saugrohrdrucks und des Referenzsaugrohrdrucks. Dies hat den Vorteil, dass sehr einfach und äußerst präzise ein 30 Erkennen des Betriebszustands des Impulsladeventils ermöglicht ist.

35 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der oder die für einen Betriebszustand des Impulsladeventils charakteristischen Frequenzanteile miteinander verglichen. Dies hat den Vorteil, dass so sehr präzise der Be-

triebszustand des Impulsladeventils ermittelt werden kann bei gleichzeitig verringertem Rechenaufwand.

So ist es besonders vorteilhaft wenn für einen Betriebszustands des Hängens des Impulsladeventils in freischwingender Mittelstellung der Frequenzbereich der Eigenschwingung des Impulsladeventils verglichen wird. Die Eigenfrequenz des Impulsladeventils liegt in der Regel deutlich höher als die der regulären Druckschwingung in dem Saugrohr. Sie kann so einfach anhand des Frequenzspektrums des Verlaufs des erfassten Saugrohrdrucks erkannt werden und ist dann charakteristisch für das Hängen des Impulsladeventils in freischwingender Mittelstellung.

15 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die Amplituden der Frequenzspektren verglichen. Dies ist besonders einfach.

20 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung erfolgt der Vergleich abhängig von der quadratischen Abweichung der Amplituden der Frequenzspektren. Dies hat den Vorteil, dass größere Abweichungen des Verlaufs des erfassten Saugrohrdrucks von dem des Referenzsaugrohrdrucks stärker gewichtet werden und so einfacher ein zuverlässiges Erkennen 25 des Betriebszustands des Impulsladeventils gewährleistet ist.

30 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung erfolgt der Vergleich abhängig von der Drehzahl der Brennkraftmaschine. Dies hat den Vorteil, dass für die jeweilige Drehzahl charakteristische Verläufe des Referenzsaugrohrdrucks vorgesehen sein können und ferner bei einer digitalen Signalverarbeitung mit einer konstanten Abtastrate eine zuverlässigere Erkennung des jeweiligen Betriebszustands ermöglicht ist.

35

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Brennkraftmaschine mit einem Impulsladeventil 18 und einer Vorrichtung zum Überwachen des Impulsladeventils 18,

5 Figur 2 ein Ablaufdiagramm eines Programms zum Überwachen des Impulsladeventils,

Figuren 3 bis 6 Verläufe eines durch einen Drucksensor 16 erfassten Saugrohrdrucks bei verschiedenen Betriebszuständen des Impulsladeventils 18.

10

Elemente gleicher Konstruktion und Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

15 Eine Brennkraftmaschine (Figur 1) umfasst einen Ansaugtrakt 1, einen Motorblock 2, einen Zylinderkopf 3 und einen Abgas- trakt 4. Der Ansaugtrakt 1 umfasst vorzugsweise eine Drosselklappe 11, ferner einen Sammler 12 und ein Saugrohr 13, das hin zu einem Zylinder Z1 über einen Einlasskanal in den Motorblock 2 geführt ist. Der Motorblock 2 umfasst ferner eine 20 Kurbelwelle 21, welche über eine Pleuelstange 25 mit dem Kolben 24 des Zylinders Z1 gekoppelt ist.

Der Zylinderkopf 3 umfasst einen Ventiltrieb mit einem Einlassventil 30, einem Auslassventil 31 und Ventilantrieben 32, 25 33. Der Antrieb des Gaseinlassventils 30 und des Gasauslass- ventils 31 erfolgt bevorzugt mittels einer Nockenwelle.

Der Zylinderkopf 3 umfasst ferner ein Einspritzventil 34 und eine Zündkerze 35. Alternativ kann das Einspritzventil 34 30 auch in dem Ansaugkanal angeordnet sein.

Der Abgastrakt 4 umfasst einen Katalysator 40.

35 In dem Saugrohr 13 ist ferner ein Impulsladeventil 18 angeordnet, das in einer Schaltstellung, der Offenstellung, den Querschnitt des Saugrohrs 13 freigibt und in einer weiteren Schaltstellung, der Schließstellung, den Querschnitt des

Saugrohrs 13 verschließt. Das Impulsladeventil 18 ist bevorzugt als Feder-Masse-Schwinger ausgebildet und umfasst zwei beabstandete angeordnete Elektromagnete mit jeweils einer Spule und einem Kern. Das Ventilglied des Impulsladeventils 18 5 ist bevorzugt mit einem Anker gekoppelt, dessen Position abhängt von der Bestromung der Spulen. Sind beide Spulen unbestromt, so verharrt das Ventilglied in einer Mittelstellung, in der das Saugrohr teilweise freigegeben ist. Ist die erste Spule bestromt so kommt das Ventilglied in seine 10 Schließstellung. Ist die zweite Spule bestromt, so kommt das Ventilglied in seine Offenstellung. Ist das Ventilglied in seiner Mittelstellung, so kann es zu Schwingungen durch die strömende Luft im Saugrohr angeregt werden. Diese Schwingungen haben dann die Frequenz der Eigenschwingung des Feder- 15 Masse-Schwingers.

Ferner ist eine Steuereinrichtung 6 vorgesehen, der Sensoren zugeordnet sind, die verschiedene Messgrößen erfassen und jeweils den Messwert der Messgröße ermitteln. Die Steuereinrichtung 6 ermittelt abhängig von mindestens einer der Messgrößen Stellgrößen, die dann in ein oder mehrere Stellsignale 20 zum Steuern der Stellglieder mittels entsprechender Stellantriebe umgesetzt werden.

25 Die Sensoren sind ein Pedalstellungsgeber 71, welcher die Stellung eines Fahrpedals 7 erfasst, ein Luftmassenmesser 14, welcher einen Luftmassenstrom stromaufwärts der Drosselklappe 11 erfasst, ein Temperatursensor 15, welcher die Ansauglufttemperatur erfasst, ein Drucksensor 16, welcher den Saugrohrdruck erfasst, ein Kurbelwellenwinkelsensor 22, welcher einen Kurbelwellenwinkel erfasst, aus dem dann eine Drehzahl N ermittelt wird, ein weiterer Temperatursensor 23, welcher eine Kühlmitteltemperatur erfasst, und noch ein Temperatursensor 28, der eine Öltemperatur erfasst. Je nach Ausführungsform 30 35 der Erfindung kann eine beliebige Untergruppe der genannten Sensoren oder auch zusätzliche Sensoren vorhanden sein.

Die Stellglieder sind beispielsweise die Drosselklappe 11, die Gaseinlass- und Gasauslassventile 30, 31, das Einspritzventil 34, die Zündkerze 35, die Verstelleinrichtung 37 und das Impulsladeventil 18.

5

Neben dem Zylinder Z1 kann die Brennkraftmaschine auch noch weitere Zylinder Z2-Z4 umfassen, denen dann ebenfalls entsprechende Stellglieder zugeordnet sind.

10 Das Impulsladeventil 18 wird bevorzugt so angesteuert, dass es den Querschnitt des Saugrohres erst freigibt nachdem das Gaseinlassventil 30 geöffnet hat. Dadurch wird vor dem Öffnen des Impulsladeventils 18 durch die Ansaugbewegung des Kolbens 24 ein Unterdruck in dem Bereich des Saugrohrs zwischen dem 15 Impulsladeventil 18 und dem Gaseinlassventil 13 erzeugt. Wenn das Impulsladeventil 18 anschließend in seine Offenstellung gesteuert wird, strömt in die in dem Saugrohr stromaufwärts des Impulsladeventils 18 befindliche Luft aufgrund des Druckgefälles mit sehr hoher Geschwindigkeit in den Brennraum des 20 Zylinders Z1. Das Impulsladeventil wird dann gegebenenfalls zeitlich vor dem Gaseinlassventil 30 wieder in seine Schließstellung gesteuert, was bei geeigneter Ansteuerung zu einem Aufladeeffekt in dem Zylinder Z1 führt. Dieser Aufladeeffekt ist insbesondere bei niedrigeren Drehzahlen N stark ausgeprägt.

Die Steuereinrichtung 6 umfasst auch eine Vorrichtung zum Überwachen des Impulsladeventils 18. Ein Programm zum Überwachen des Impulsladeventils 18 wird in einem Schritt S1 (Figur 30 2) gestartet. In dem Schritt S1 werden gegebenenfalls Variablen initialisiert. Das Programm wird bevorzugt zeitnah zum Motorstart der Brennkraftmaschine gestartet.

In einem Schritt S2 wird zunächst der Verlauf MAP(t) des erfassten Saugrohrdrucks erfasst. Dies erfolgt bevorzugt über ein Zylindersegment der Brennkraftmaschine. Ein Zylindersegment der Brennkraftmaschine ist definiert als der Kurbelwel-

lenwinkel eines Arbeitsspiels der Brennkraftmaschine dividiert durch die Anzahl der Zylinder der Brennkraftmaschine. Ein Zylindersegment beträgt bei einer Brennkraftmaschine mit vier Zylindern so beispielsweise 180° Kurbelwellenwinkel.

5

In einem Schritt S3 wird ein Verlauf $MAP_REF(t)$ eines Referenz-Saugrohrdrucks eingelesen, der bevorzugt in einem Speicher der Steuereinrichtung 6 abgelegt ist. Bevorzugt wird der Verlauf $MAP_REF(t)$ des Referenz-Saugrohrdrucks abhängig von 10 der Drehzahl N ermittelt. Verläufe $MAP_REF(t)$ des Referenz-Saugrohrdrucks sind bevorzugt durch Messungen an einem Motorprüfstand oder an einem Kraftfahrzeug, in dem die Brennkraftmaschine angeordnet ist, oder durch Simulationen ermittelt.

15 Der Verlauf $MAP_REF(t)$ des Referenz-Saugrohrdrucks wird jeweils separat eingelesen für den jeweils zu untersuchenden Betriebszustand des Impulsladeventils 18. So wird jeweils der Verlauf $MAP_REF(t)$ eingelesen, der charakteristisch ist für das Hängen in Offenstellung, für das Hängen in Schließstellung oder für die dauernde Mittelstellung des Impulsladeventils 18. Bevorzugt werden die folgenden Schritte jeweils im Hinblick auf alle diese Betriebszustände und gegebenenfalls im Hinblick auf einen Betriebszustand des Normalbetriebs jeweils durchlaufen, um exakt den aktuellen Betriebszustand des 20 Impulsladeventils 18 zu ermitteln. Der Betriebszustand des Normalbetriebs ist der Betriebszustand, in dem das Impulsladeventil sich derart in seine Offenstellung und wieder in seine Schließstellung und wieder in seine Offenstellung bewegt, dass der gewünschte Aufladeeffekt in dem Brennraum des 25 Zylinders Z1 erreicht wird.

30

In einem Schritt S5 wird der Verlauf $MAP(t)$ des erfassten Saugrohrdrucks frequenztransformiert und es wird so das Frequenzspektrum $MAP(\Omega)$ des erfassten Saugrohrdrucks erhalten.

35

In einem Schritt S7 wird der Verlauf MAP_REF(t) des Referenz-Saugrohrdrucks ebenfalls frequenztransformiert und es wird so das Frequenzspektrum MAP_REF(OMEGA) erhalten. Alternativ kann das Frequenzspektrum MAP_REF(OMEGA) des Referenz-
5 Saugrohrdrucks auch direkt in dem Speicher der Steuereinrich-
tung 6 abgelegt sein.

In einem Schritt S9 wird das Frequenzspektrum MAP(OMEGA) des erfassten Saugrohrdrucks gefiltert. Das Filter ist so ausge-
10 legt, dass die für den aktuell untersuchten Betriebszustand nicht charakteristischen Frequenzanteile herausgefiltert wer-
den. So werden beispielsweise bei einer Untersuchung hin-
sichtlich des Betriebszustands des Verharrens in Mittelstel-
lung des Impulsladeventils 18 bevorzugt alle Frequenzanteile
15 außer denen, die in dem Bereich der Eigenfrequenz des Feder-
Masseschwingers liegen, herausgefiltert. Durch diese Filte-
rung wird dann im Schritt S9 ein gefiltertes Frequenzspektrum
MAP_F(OMEGA) des erfassten Saugrohrdrucks erhalten.

20 In einem Schritt S11 wird das Frequenzspektrum MAP_REF(OMEGA) des Referenz-Saugrohrdrucks entsprechend dem Schritt S9 ge-
filtert und es wird so ein gefiltertes Referenzspektrum
MAP_REF_F(OMEGA) erhalten. Alternativ kann in dem Speicher
der Steuereinrichtung auch bereits dieses gefilterte Fre-
25 quenzspektrum MAP_REF_F(OMEGA) abgelegt sein und dann einge-
lesen werden.

In einem Schritt S13 wird ein Gütwert GW abhängig von den gefilterten Frequenzspektren MAP_F(OMEGA), MAP_REF_F(OMEGA)
30 des erfassten Saugrohrdrucks und des Referenz-Saugrohrdrucks ermittelt. Bevorzugt erfolgt dies abhängig von der quadrati-
schen Abweichung der Amplituden der gefilterten Frequenz-
spektren MAP_F(OMEGA), MAP_REF_F(OMEGA). Dies hat den Vor-
teil, dass dann größere Abweichungen stärker als kleinere Ab-
35 weichungen zwischen den Amplituden gewichtet werden.

In einem Schritt S15 wird ein Schwellenwert SW abhängig von der Drehzahl N ermittelt.

5 In einem Schritt S17 wird anschließend geprüft, ob der Güte-
wert GW größer ist als der Schwellenwert SW. Ist dies nicht
der Fall, so verharrt das Programm für eine vorgegebene War-
tezeitdauer T_W in dem Schritt S23. Alternativ kann das Pro-
gramm in dem Schritt S23 auch für einen vorgegebenen Kurbel-
wellenwinkel in dem Schritt S23 verharren. Die Verweilzeit in
10 dem Schritt S23 ist vorteilhaft so gewählt, dass die Schritte
S2 bis S17 jeweils einmal pro Zylindersegment der Brennkraft-
maschine durchlaufen werden.

15 Ist in dem Schritt S17 hingegen der Gütewert GW größer als
der Schwellenwert SW, so wird in einem Schritt S19 auf einen
Fehlerzustand ERR erkannt. Dies kann dann zum Beispiel der
Betriebszustand des Hängens des Impulsladeventils 18 in sei-
ner Mittelstellung, des Hängens des Impulsladeventils 18 in
seiner Schließstellung oder seiner Offenstellung sein.

20 Wenn das Verfahren pro Zylindersegment der Brennkraftmaschine
einmal durchgeführt wird, so kann der Fehler auch zylinderin-
dividuell zugeordnet werden, dass heißt dem jeweiligen dem
aktuellen Zylinder Z1 bis Z4 zugeordneten Impulsladeventil 18
25 zugeordnet werden.

30 In dem Schritt S19 können dann auch entsprechende Notlaufmaß-
nahmen ergriffen werden. Diese können beispielsweise eine
veränderte Zumessung von Kraftstoff durch die Einspritzventi-
le 34 sein oder auch ein Begrenzen der Drehzahl N auf einen
maximalen Wert. Das Programm wird dann in einem Schritt S21
beendet.

35 Alternativ zu dem beschriebenen Vorgehen anhand der Figur 2
kann der Gütewert GW auch abhängig von dem zeitlichen Verlauf
MAP(t) des erfassten Saugrohrdrucks und dem zeitlichen Ver-
lauf MAP_REF(t) des Referenz-Saugrohrdrucks ermittelt werden.

Außerdem kann der Gütewert GW auch mittels einer anderen geeigneten Funktion als der quadratischen Abweichung ermittelt werden, die ein Maß darstellt für die Abweichung zwischen zwei Verläufen.

5

In den Figuren 3, 4, 5 und 6 sind die zeitlichen Verläufe $MAP_REF(t)$ des Saugrohrdrucks über den Kurbelwellenwinkel KW für verschiedene Betriebszustände des Impulsladeventils 18 dargestellt. Die Zeitdauer eines Zylindersegments ist mit 10 T_SEG gekennzeichnet. Ferner sind in den Figuren 3-6 jeweils die Zylinder Z1-Z4 bezeichnet, die sich während des aktuellen Zylindersegments gerade in dem Ansaugtakt befinden.

Figur 3 zeigt den Verlauf $MAP_REF(t)$ des Referenz-15 Saugrohrdrucks für den Betriebszustand des Normalbetriebs des Impulsladeventils 18. Figur 4 zeigt den Verlauf $MAP_REF(t)$ des Referenz-Saugrohrdrucks für einen Betriebszustand des Hängens des Impulsladeventils 18 in Offenstellung. Figur 5 zeigt den zeitlichen Verlauf $MAP_REF(t)$ des Saugrohr-20 drucks für den Betriebszustand des Hängens in Schließstellung des Impulsladeventils 18. Figur 6 zeigt den Verlauf $MAP_REF(t)$ des Saugrohrdrucks für den Betriebszustand des Hängens und somit Freischwingens in Mittelstellung des Impulsladeventils 18.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen eines Impulsladeventils (18) einer Brennkraftmaschine mit
 - 5 - einem Sammler (12), von dem ein Saugrohr (13) hin zu einem Einlass eines Zylinders (Z1 bis Z4) der Brennkraftmaschine geführt ist,
 - einem Gaseinlassventil (30), das an dem Einlass des Zylinders (Z1 bis Z4) angeordnet ist,
- 10 - dem Impulsladeventil (18), das stromaufwärts des Gaseinlassventils (30) in dem Saugrohr (13) angeordnet ist und abhängig von seiner Schaltstellung das Saugrohr (13) freigibt oder verschließt, und
- einem Drucksensor (16), der in dem Ansaugtrakt (1) angeordnet ist und einen Saugrohrdruck erfasst,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- dass der Verlauf (MAP(t)) des erfassten Saugrohrdrucks mit dem eines Referenz-Saugrohrdrucks verglichen wird, der charakteristisch ist für einen vorgegebenen Betriebszustand des
- 20 Impulsladeventils (18) und
- dass abhängig von dem Vergleich auf einen Fehler des Impulsladeventils erkannt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Betriebszustand das Hängen des Impulsladeventils (18) in seiner Offenstellung, das Hängen des Impulsladeventils (18) in seiner Schließstellung und/oder in freischwingender Mittelstellung ist.
- 30 3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Verlauf (MAP(t)) des erfassten Saugrohrdrucks mit dem eines Referenz-Saugrohrdrucks jeweils über ein Zylindersegment
35 der Brennkraftmaschine verglichen wird.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass der Vergleich anhand der Frequenzspektren (MAP(OMEGA), MAP_REF(OMEGA)) des Verlaufs des erfassten Saugrohrdrucks und des Referenz-Saugrohrdrucks erfolgt.

5

5. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet, dass der oder die für einen Betriebszustand des Impulsladeventils (18) charakteristischen Frequenzanteile miteinander verglichen werden.

10

6. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet, dass für einen Betriebszustand des Hängens des Impulsladeventils (18) in freischwingender Mittelstellung der Frequenzbereich der Eigenschwingung des Impulsladeventils (18) verglichen wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6,

dadurch gekennzeichnet, dass die Amplituden der Frequenzspektren verglichen werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet, dass der Vergleich abhängig von der quadratischen Abweichung der Amplituden der Frequenzspektren erfolgt.

9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass der Vergleich abhängig von der Drehzahl (N) der Brennkraftmaschine erfolgt.

10. Vorrichtung zum Überwachen eines Impulsladeventils (18) einer Brennkraftmaschine mit

35 - einem Sammler (12), von dem ein Saugrohr (13) hin zu einem Einlass eines Zylinders (Z1 bis Z4) der Brennkraftmaschine geführt ist,

- einem Gaseinlassventil (30), das an dem Einlass des Zylinders (Z1 bis Z4) angeordnet ist,
- dem Impulsladeventil (18), das stromaufwärts des Gaseinlassventils (30) in dem Saugrohr (13) angeordnet ist und abhängig von seiner Schaltstellung das Saugrohr (13) freigibt oder verschließt, und
- einem Drucksensor (16), der in dem Ansaugtrakt (1) angeordnet ist und einen Saugrohrdruck erfasst,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- dass erste Mittel vorgesehen sind, die den Verlauf ($MAP(t)$) des erfassten Saugrohrdrucks mit dem eines Referenz-Saugrohrdrucks vergleichen, der charakteristisch ist für einen vorgegebenen Betriebszustands des Impulsladeventils (18) und
- dass zweite Mittel vorgesehen sind, die abhängig von dem Vergleich auf einen Fehler des Impulsladeventils (18) erkennen.

1/4

FIG 1

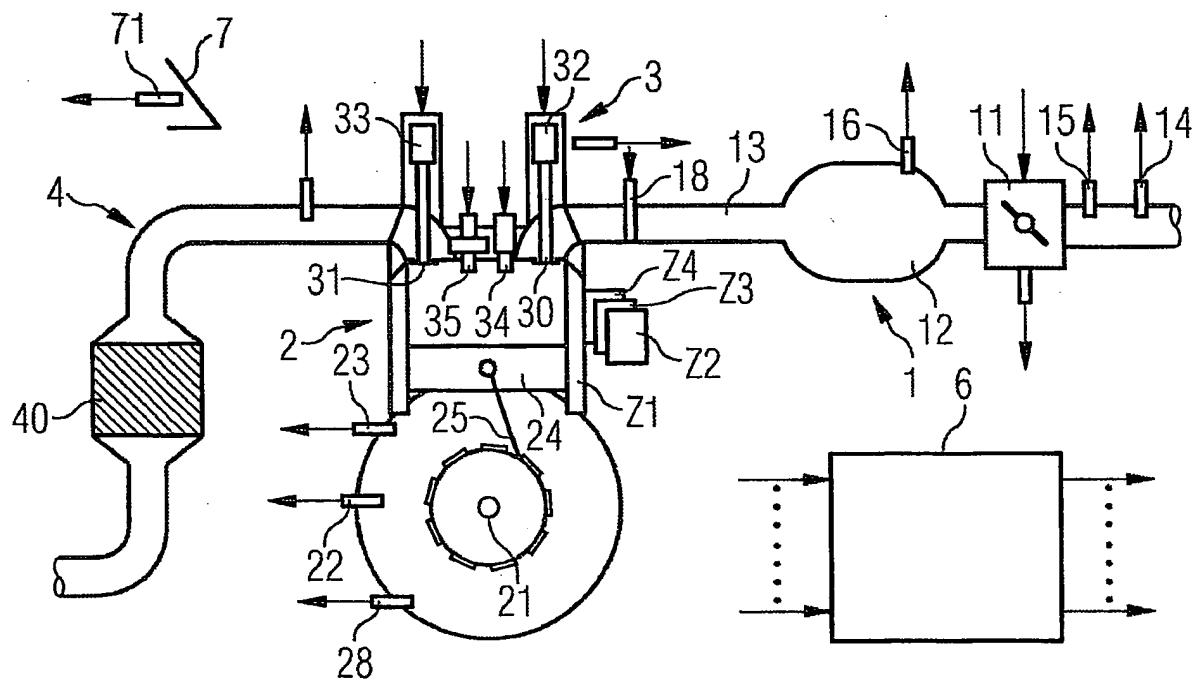
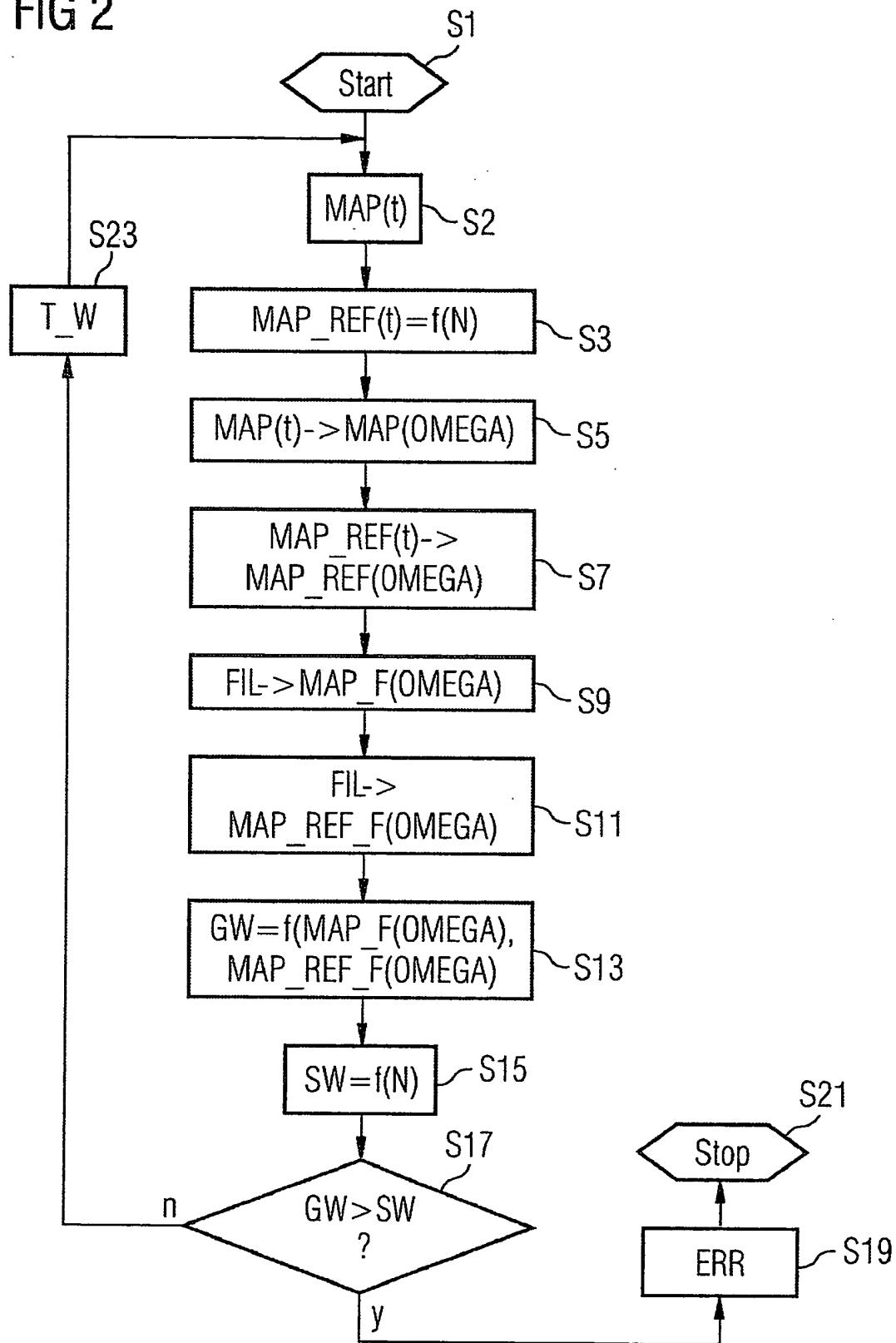


FIG 2



3/4

FIG 3

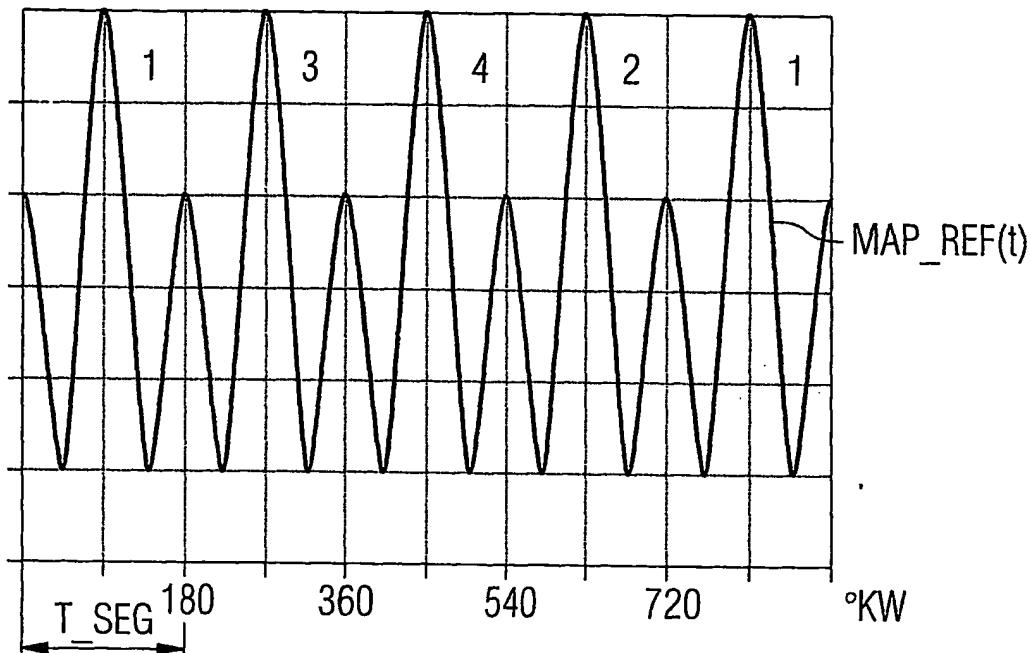
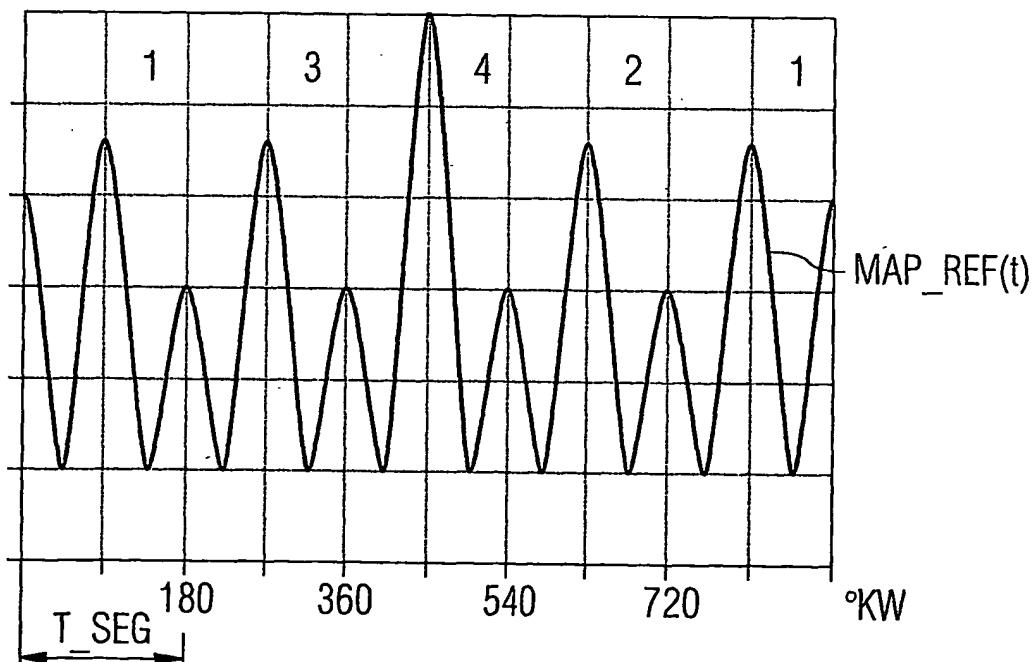


FIG 4



4/4

FIG 5

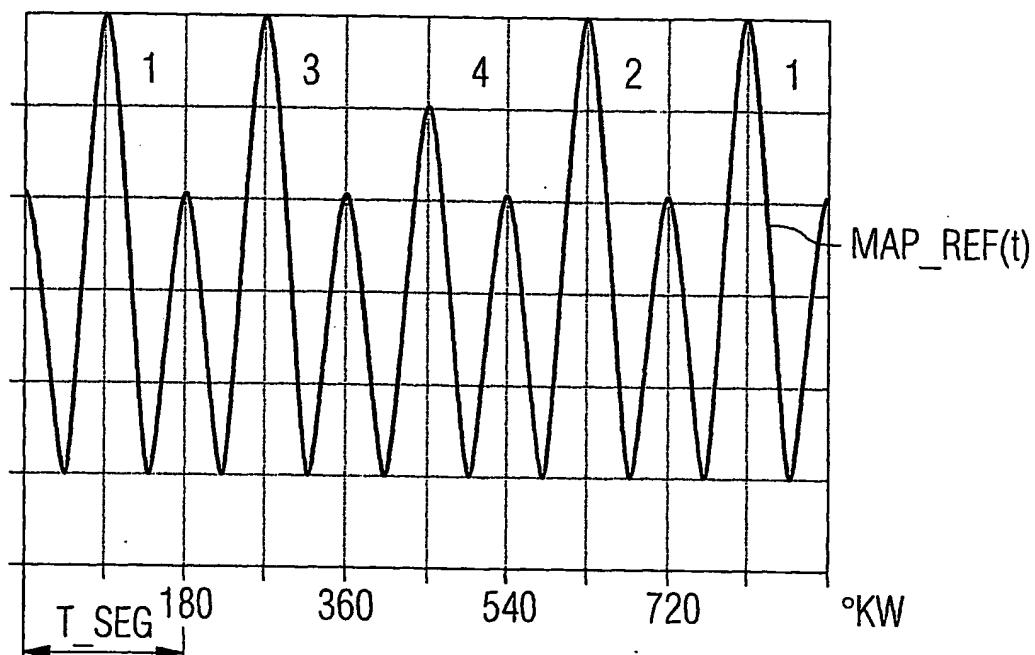


FIG 6

